



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 03 745 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
F 04 B 39/10  
F 04 B 27/08

②1 Aktenzeichen: P 43 03 745.3  
②2 Anmeldetag: 9. 2. 93  
④3 Offenlegungstag: 12. 8. 93

DE 43 03 745 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
10.02.92 JP 4-023983

⑦1 Anmelder:  
Kabushiki Kaisha Toyoda Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya, Aichi, JP

⑦4 Vertreter:  
Stellrecht, W., Dipl.-Ing. M.Sc.; Griebach, D.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Haecker, W., Dipl.-Phys.;  
Böhme, U., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Beck, J.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Wößner, G., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
Takenaka, Kenji, Kariya, Aichi, JP; Kimura, Kazuya,  
Kariya, Aichi, JP; Kayukawa, Hiroaki, Kariya, Aichi,  
JP; Kawamura, Chuichi, Kariya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Mehrkolben-Kältemittelkompressor

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Mehrkolben-Kältemittelkompressor mit einer Ansaugkammer, einer Auslaßkammer und mehreren axialen Zylinderbohrungen zur Aufnahme von Kolben, die mittels Antriebseinrichtungen zu einer Hin- und Herbewegung antreibbar sind. Gemäß der Erfindung sind Betätigungseinrichtungen vorgesehen, mit deren Hilfe zumindest die Ansaugventileinrichtungen synchron zum Saughub der zugeordneten Zylinder mechanisch zwangsweise geöffnet werden können, um das gasförmige Kältemittel vor seiner Kompression verzögerungsfrei in die Zylinderbohrungen einströmen zu lassen. Zusätzlich oder statt dessen sind Betätigungseinrichtungen vorgesehen, mit deren Hilfe die Auslaßventileinrichtungen mechanisch und zwangsläufig betätigt werden können, um Auslaßöffnungen synchron zum Auslaßhub der Kolben zu öffnen.

DE 43 03 745 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Mehrkolben-Kältemittelkompressor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 beziehungsweise des Patentanspruchs 10.

Speziell befaßt sich die Erfindung mit einem Mehrkolben-Kältemittelkompressor für ein Kühlsystem eines Kraftfahrzeugs.

Mehrkolben-Kältemittelkompressoren sind in Form von Taumelscheibenkompressoren mit fester oder variabler Förderleistung für den Einsatz in Kühlsystemen, insbesondere in Klimaanlage von Kraftfahrzeugen bekannt. Ein typischer Taumelscheibenkompressor bekannter Bauart ist in der auf einer Anmeldung der Anmelderin basierenden US-PS 47 32 545 beschrieben.

Ein konventioneller Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung der ähnlich aufgebaut ist, wie der Kompressor der genannten US-PS 47 32 545 ist zur Erläuterung des Standes der Technik in Fig. 11 und 12 gezeigt. Dieser bekannte Kompressor besitzt einen axial angeordneten Zylinderblock 90 mit mehreren Zylinderbohrungen 91, die rings um die Mittelachse des Zylinderblocks 90 und parallel zu dieser angeordnet sind, sowie mehrere einfach wirkende Kolben 92, die in den zugeordneten Zylinderbohrungen zur Hin- und Herbewegung angetrieben werden, um das gasförmige Kältemittel zu komprimieren. Der Kompressor mit seinen einfach wirkenden, nur einen Kolbenkopf aufweisenden Kolben 92 ist ferner mit einem vorderen Gehäuse 94 versehen, welches mit Hilfe von Schraubbolzen 90a an einem der axialen Enden, nämlich dem vorderen Ende des Zylinderblocks 90 befestigt ist, um darin eine Taumelscheibenkammer zu definieren, sowie ein hinteres Gehäuse 98, welches mit Hilfe der gleichen Schraubbolzen 90a am anderen Ende, das heißt am hinteren Ende, des Zylinderblocks 90 befestigt ist, wobei zwischen Zylinderblock 90 und hinterem Gehäuse 98 ein Ansaugventilblech 95, eine Ventilplatte 96 und ein Auslaßventilblech 97 vorgesehen sind, und wobei im hinteren Gehäuse 98 eine außenliegende Ansaugkammer 87 und eine Auslaßkammer 88 vorgesehen sind. Das Ansaugventilblech 95 und das Auslaßventilblech 97 sind jeweils mit mehreren zungenförmigen Ansaug- beziehungsweise Auslaßventilen 95a beziehungsweise 97a versehen. Die Bewegung der zungenförmigen Auslaßventile 97a des Auslaßventilblechs aus ihrer Schließstellung in ihre Offenstellung wird dabei mit Hilfe eines Rückhaltelements 89 begrenzt, welches in der Auslaßkammer 88 angeordnet ist.

In der Taumelscheibenkammer 93 des vorderen Gehäuses 94 ist coaxial zur Mittelachse des Zylinderblocks 90 eine axiale Antriebswelle 80 angeordnet, deren eines Ende, nämlich das vordere Ende, nach außen über das vordere Ende des vorderen Gehäuses 94 vorsteht. Dieses Ende ist gegenüber dem vorderen Gehäuse 94 mittels einer Wellendichtung 99a abgedichtet und in dem vorderen Gehäuse mittels eines vorderen Lagers 99b drehbar gelagert. Das andere Wellenende ist in einem Lager 99c drehbar gelagert, welches in einer Mittelbohrung 90b des Zylinderblocks 90 sitzt. Die Antriebswelle 80 ist also in der Taumelscheibenkammer 93 drehbar.

Auf der Antriebswelle 80 ist ein Rotor 81 drehfest montiert und axial durch ein Drucklager 81a abgestützt, welches der Innenseite des vorderen Gehäuses 94 sitzt. Auf der Welle 80 ist ferner eine Buchse 82 gleitverschieblich montiert, die mittels einer Feder (in Fig. 1 nicht gezeigt) in Richtung auf die Vorderseite des vorderen Gehäuses gedrückt wird. Der Rotor 81 ist mit

einem Langloch 81b versehen, in welches ein Zapfen 83a beweglich eingreift, um mit dem Rotor 81 eine Taumelplatte 83 zu verbinden, welche an einem Paar seitlich abstehender Schwenkzapfen 82a der Buchse 82 schwenkbar gehalten ist. Die Taumelplatte 83 ist um die Schwenkzapfen 82a derart schwenkbar, daß ihr Neigungswinkel bezüglich einer zur Achse der Antriebswelle 80 senkrechten Ebene variabel ist. Außerdem ist die Taumelplatte gemeinsam mit der Antriebswelle 80 zu einer Drehbewegung antreibbar.

An der Taumelplatte 83 ist eine nicht-drehbare Taumelscheibe 85 mittels eines Drucklagers 84a und eines zylindrischen Gleitlagers 10 gehalten, wobei die Taumelscheibe 85 mit einem radial nach außen abstehenden Bereich 85a versehen ist, der in Eingriff mit einem der Schraubbolzen 90a steht, wodurch verhindert wird, daß sich die Taumelscheibe 85 gemeinsam mit der Taumelplatte 83 dreht. Folglich wird auf die Taumelscheibe lediglich die Schwenk- beziehungsweise Taumelbewegung der Taumelplatte 83 übertragen, deren Neigungswinkel durch Schwenken um die Zapfen 82a veränderbar ist.

Die Taumelscheibe besitzt eine rückwärtige beziehungsweise innere Stirnfläche mit darin ausgebildeten Fassungen zur beweglichen Aufnahme eines kugelförmigen Endes jeder von mehreren Verbindungsstangen 86, die über ihr kugelförmiges anderes Ende in Antriebsverbindung mit den Kolben 92 stehen. Wenn die Antriebswelle 80 durch einen äußeren Antrieb, wie zum Beispiel einen Fahrzeugmotor, zu einer Drehbewegung angetrieben wird, dreht sich folglich die Taumelplatte 83 gemeinsam mit der Welle und führt eine Taumelbewegung der nicht-drehbaren Taumelscheibe 85 herbei, wodurch die Kolben 92 in ihren zugeordneten axialen Zylinderbohrungen 91 in dem Zylinderblock 90 zu einer Hin- und Herbewegung angetrieben werden. Das Volumen der einzelnen Zylinderbohrungen 91 ändert sich in Abhängigkeit von der Hin- und Herbewegung der Kolben 92 von ihrem oberen Totpunkt zu ihrem unteren Totpunkt und umgekehrt. Daher wird das gasförmige Kältemittel zunächst aus der Ansaugkammer 87 in dem hinteren Gehäuse 98 in die betreffenden Zylinderbohrungen 91 gesaugt und dann durch die Kolben 92 in diesen Zylinderbohrungen 91 komprimiert und schließlich in die Auslaßkammer 88 im hinteren Gehäuse 90 ausgestoßen.

Wie in Fig. 11 gezeigt, ist die Ansaugkammer 87 im hinteren Gehäuse 98 ringförmig ausgebildet und radial außerhalb der Auslaßkammer 88 angeordnet und von dieser durch eine Trennwand getrennt. Die außenliegende Ansaugkammer 87 ist mit einem Ansaug einlaß 87a versehen, über den ihr das aus einem externen Kühlkreislauf eines Fahrzeug-Kühlsystems zurückfließende gasförmige Kältemittel zuführbar ist. Die Auslaßkammer 88 ist mit einem Auslaß 88a versehen, über den das komprimierte gasförmige Kältemittel dem externen Kühlkreislauf zuführbar ist.

Im äußeren Umfangsbereich der Ventilplatte 96 und des Auslaßventilblechs 97 sind mehrere Ansaugöffnungen 96a (deren Anzahl in den meisten Fällen gleich der Anzahl der Zylinderbohrungen 91 ist) ausgebildet und derart angeordnet, daß die einzelnen Ansaugöffnungen 96a axial im wesentlichen mit den zugeordneten Zylinderbohrungen 91 fluchten. Die Ansaugöffnungen 96a sorgen während des Saughubs des jeweils zugeordneten Kolbens, bei dessen Bewegung von seinem oberen Totpunkt zu seinem unteren Totpunkt, für eine Fluidverbindung zwischen der Ansaugkammer 87 und der betref-

fenden Zylinderbohrung 91, so daß das gasförmige Kältemittel vor seiner Kompression aus der Ansaugkammer 87 in die Zylinderbohrungen 91 strömen kann, deren Volumen zunimmt, wobei die zungenförmigen Ansaugventile 95a des Ansaugventilblechs 95 elastisch in ihrer Offenstellung bewegt werden. In entsprechender Weise sind im radial inneren Teil des Ansaugventilblechs 95 und der Ventilplatte 96 mehrere Auslaßöffnungen 96b vorgesehen (deren Anzahl gleich der Anzahl der Zylinderbohrungen ist), und zwar in einer solchen Anordnung, daß die einzelnen Auslaßöffnungen 96b axial im wesentlichen mit den zugeordneten Zylinderbohrungen 91 fluchten. Die Auslaßöffnungen 96b sorgen während des Auslaßhubs der betreffenden Kolben, bei deren Bewegung von ihrem unteren Totpunkt zu ihrem oberen Totpunkt, für eine Fluidverbindung zwischen den einzelnen Zylinderbohrungen 97 und der Auslaßkammer 88, so daß das komprimierte gasförmige Kältemittel aus den Zylinderbohrungen 91, deren Volumen abnimmt, durch die Auslaßventile 97a in die Auslaßkammer 88 ausgestoßen werden kann, wobei die zungenförmigen Auslaßventile 97a des Auslaßventilblechs 97 elastisch in ihre Offenstellung bewegt werden, wobei die Öffnungsbewegung durch das Rückhalteelement 89 begrenzt wird.

Bei dem bekannten Taumelscheibenkompressor mit variabler Förderleistung gemäß Fig. 11 und 12 bestehen die Ansaugventile und die Auslaßventile jeweils aus einem dünnen elastischen Material, so daß die Ventile ständig elastisch in ihre Schließstellung vorgespannt werden. Das Öffnen der zungenförmigen Ventilelemente muß dabei stets entgegen der elastischen Kraft des Ventilmaterials erfolgen, so daß beim Ansaugen des Kältemittels und beim Austreiben des gasförmigen Kältemittels jeweils eine zeitliche Verzögerung eintritt und außerdem ein erheblicher Druckabfall, wodurch der volumenmäßige Wirkungsgrad des Kompressors, das heißt dessen Förderleistung, reduziert wird. Der Druckverlust wird dann besonders groß, wenn der Kompressor mit hoher Last oder hoher Drehzahl arbeitet.

Wenn die zungenförmigen Ansaug- und Auslaßventilelemente in ihre Schließstellung zurückkehren, schlagen sie außerdem gegen die Stirnfläche der Ventilplatte, wodurch ein lautes Geräusch erzeugt wird. Außerdem besteht die Gefahr, daß die zungenförmigen Ventilelemente beschädigt werden oder abbrechen.

Die oben angesprochene Verzögerung beim Ansaugen des gasförmigen Kältemittels vor dessen Kompression führt außerdem dazu, daß das Gas für längere Zeit in Kontakt mit der Trennwand zwischen der Ansaugkammer 87 und der Auslaßkammer 88 gelangt, wenn es von dem Ansaugeinlaß 87a zu den Zylinderbohrungen 91 fließt. Die hohe Temperatur in der Auslaßkammer 88, die über die Trennwand auf das Kältemittel übertragen wird, führt dazu, daß eine Wärmedehnung des gasförmigen Kältemittels eintritt ehe dieses in die Zylinderbohrungen 91 gelangt. In den Zylinderbohrungen 91 kann das erwärmte gasförmige Kältemittel dann von den Kolben 92 nicht ausreichend komprimiert werden, wodurch die Kompressions- und Förderleistung des Kompressors nachteilig beeinflusst werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Mehrkolben-Kältemittelkompressor dahingehend zu verbessern, daß die Nachteile der bekannten Kältemittelkompressoren überwunden werden, wobei insbesondere angestrebt wird, Druckverluste des Kältemittels zu reduzieren und eine Geräuschemwicklung, sowie Schäden an den Ansaug- und den Auslaßventilelementen zu

verhindern.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch einen Kompressor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 beziehungsweise des Patentanspruchs 10 gelöst.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand von Zeichnungen noch näher erläutert und/oder sind Gegenstand abhängiger Ansprüche. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Mehrkolben-Kompressor gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 einen Querschnitt des Kompressors gemäß Fig. 1 längs der Linie II-II in dieser Figur;

Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines Mehrkolben-Kältemittelkompressors gemäß der Erfindung;

Fig. 4 einen Querschnitt durch den Kompressor gemäß Fig. 3 längs der Linie IV-IV in dieser Figur;

Fig. 5 eine Seitenansicht — teilweise im Schnitt — eines Mehrkolben-Kältemittelkompressors gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 6 einen Querschnitt des Kompressors gemäß Fig. 5 längs der Linie VI-VI in dieser Figur;

Fig. 7 eine Draufsicht auf ein drehbares Ventilelement des Kompressors gemäß Fig. 5 und 6;

Fig. 8 eine Seitenansicht — teilweise im Schnitt — eines Mehrkolben-Kältemittelkompressors gemäß einer konstruktiven Variante des Kompressors gemäß Fig. 5;

Fig. 9 ein Teilquerschnitt eines Mehrkolben-Kältemittelkompressors gemäß einer weiteren konstruktiven Variante des Kompressors gemäß Fig. 5;

Fig. 10 eine Seitenansicht — teilweise im Schnitt — eines Mehrkolben-Kältemittelkompressors gemäß einer weiteren konstruktiven Variante des Kompressors gemäß Fig. 5;

Fig. 11 einen Längsschnitt durch einen Mehrkolben-Kältemittelkompressor gemäß dem Stand der Technik und

Fig. 12 einen Querschnitt durch den Kompressor gemäß Fig. 11 längs der Linie XII-XII in dieser Figur.

In einzelnen zeigen Fig. 1 und 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung, nämlich einen Kältemittelkompressor mit doppelwirkenden Kolben, welcher axial hintereinanderliegend einen vorderen Zylinderblock 31a und einen hinteren Zylinderblock 31b aufweist, die eine gemeinsame Mittelachse besitzen. Die zusammengebauten Zylinderblöcke 31a, 31b sind miteinander axial gegenüberliegenden Enden versehen sowie mit einer Mittelbohrung zur Aufnahme einer Antriebswelle und mit einer Taumelscheibenkammer 30, in der im Betrieb ein niedriger Druck herrscht und die zur Aufnahme eines gasförmigen Kältemittels vor dessen Kompression dient.

Die einander gegenüberliegenden Enden der zusammengebauten Zylinderblöcke sind gasdicht von einem vorderen Gehäuse 34 beziehungsweise einem hinteren Gehäuse 35 verschlossen, wobei zwischen jedem Gehäuse und dem zugehörigen Zylinderblock jeweils eine Ventilplatte 32 und eine Rückhalteplatte 33 angeordnet sind. Die Zylinderblöcke 31a, 31b und die beiden Gehäuse 34, 35 sind axial hintereinanderliegend mittels mehrerer länglicher Schraubbolzen 36 miteinander verbunden und bilden einen Kompressorkörper.

Zwischen der Ventilplatte 32 und der Rückhalteplatte 33 ist eine Ventilplatte beziehungsweise ein Ventilblech mit mehreren zungenförmigen Auslaßventilen 37 ange-

ordnet und zwar auf der Vorderseite und auf der Rückseite des Kompressorkörpers.

Eine Antriebswelle 38 ist in dem vorderen Gehäuse 34 und den Zylinderblöcken 31a, 31b mittels eines vorderen und eines hinteren Radiallagers 34b beziehungsweise 34c drehbar gelagert und mittels einer Wellendichtung 34a gegenüber dem vorderen Gehäuse 34 abgedichtet. In der Taumelscheibenkammer 30 ist auf einem Teilstück der Antriebswelle 38 eine Taumelscheibe 39 drehfest montiert. Die Taumelscheibe 39 wird in axialer Richtung über Drucklager 34d und 34e an Schultern der zusammengebauten Zylinderblöcke 31a, 31b abgestützt. Die zusammengebauten Zylinderblöcke 31a, 31b sind mit mehreren — beim Ausführungsbeispiel fünf — axial verlaufenden Zylinderbohrungen 40 versehen, die der Aufnahme von doppelt wirkenden gleitverschieblichen Kolben 42 dienen, die in Fig. 1 gezeigt, jedoch in Fig. 2 weggelassen worden sind. Die Kolben 42 stehen über halbkugelförmige Schuhe 41 in Antriebsverbindung mit der Taumelscheibe 39, wie dies am besten aus Fig. 1 deutlich wird. Die vordere und die hintere Ventilplatte 32 sind mit mehreren — beim Ausführungsbeispiel fünf — durchgehenden Auslaßöffnungen 32a versehen, welche durch die Auslaßventile 37 verschließbar sind und über die eine Fluidverbindung zwischen den einzelnen Zylinderbohrungen 40 und Auslaßkammern 35a des vorderen beziehungsweise des hinteren Gehäuses 34 beziehungsweise 35 herstellbar ist, wenn die Auslaßventile 37 öffnen. Jeder der doppelt wirkenden Kolben ist an beiden Enden beziehungsweise an jedem seiner Zylinderköpfe mit einem axialen Vorsprung 42a versehen, wobei die Vorsprünge bei der Hin- und Herbewegung der Kolben 42 in die Auslaßöffnungen 32a der vorderen beziehungsweise der hinteren Ventilplatte 32 eindringen können. Die Vorsprünge 42a jedes Kolbens 42 besitzen also einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser einer Auslaßöffnung 32a und eine axiale Länge, die größer ist als die Tiefe der Auslaßöffnung 32a.

Die zusammengebauten Zylinderblöcke 31a, 31b des Kompressorkörpers sind mit einem Ansaugeinlaß 30a versehen, der sich zu der Taumelscheibenkammer 30 öffnet und die Zuführung eines gasförmigen Kältemittels aus einem externen Kühlsystem in die Taumelscheibenkammer 30 dient. Das in den Zylinderbohrungen 40 von den doppelt wirkenden, hin- und herbeweglichen Kolben 42 komprimierte Kältemittel wird aus den Zylinderbohrungen 40 in die Auslaßkammern 35a des vorderen und des hinteren Gehäuses 34 beziehungsweise 35 über die Auslaßöffnungen 32a ausgestoßen und von dort über einen Auslaßanschluß (in Fig. 1 und 2 nicht gezeigt) dem externen Kühlsystem zugeführt.

Die zusammengebauten Zylinderblöcke 31a, 31b sind mit mehreren axialen Aussparungen — jeweils fünf an der Vorderseite und fünf an der Rückseite — versehen, welche als Ansaugöffnungen 30b zwischen der unter niedrigem Druck stehenden Taumelscheibenkammer 30 und den einzelnen Zylinderbohrungen 40 dienen. Dabei ist zu beachten, daß die einzelnen Ansaugöffnungen derart angrenzend an die einzelnen Zylinderbohrungen 40 angeordnet sind, daß die Taumelscheibenkammer 30 über die Aussparung 30b in Fluidverbindung mit der betreffenden Zylinderbohrung 40 gelangt, wenn sich der betreffende Kolben 42 seinem unteren Totpunkt beziehungsweise seiner Mittelstellung nähert, wie dies am besten aus Fig. 1 deutlich wird. Im einzelnen wird über die Ansaugöffnungen 30b bei Annäherung des Kolbens 42 an seinen unteren Totpunkt für ein gegebenes Zeitin-

tervall eine Fluidverbindung zwischen der Taumelscheibenkammer 30 und der betreffenden Zylinderbohrung 40 hergestellt. Das gasförmige Kältemittel wird also vor seiner Kompression nacheinander aus der Taumelscheibenkammer 30 in die einzelnen Zylinderbohrungen 40 geleitet. Die einander axial gegenüberliegenden Kolbenköpfe der einzelnen doppelt wirkenden Kolben 42 arbeiten somit als Ansaugventile zum Öffnen und Schließen der Ansaugöffnungen 30b, wenn die Kolben in ihren gehörigen Zylinderbohrungen 40 eine Hin- und Herbewegung ausführen. Daher erfolgt das Ansaugen des gasförmigen Kältemittels aus der unter niedrigem Druck stehenden Taumelscheibenkammer 30 in die einzelnen Zylinderbohrungen 40 synchron mit dem Saughub der Kolben 42, und zwar ohne Zeitverzögerung und Geräuscentwicklung.

Die doppelt wirkenden Kolben 42 komprimieren das gasförmige Kältemittel in ihren jeweils zugeordneten Zylinderbohrungen 40, und das komprimierte Kältemittel wird aus den einzelnen Zylinderbohrungen in Richtung auf die vorderen beziehungsweise hinteren Auslaßöffnungen 32a ausgestoßen, wenn die Köpfe der betreffenden Kolben 42 in die Nähe ihres oberen Totpunkts gelangen. Wenn sich die Kolben 42 in Richtung auf ihren oberen Totpunkt bewegen, treten die Vorsprünge 42a dabei in die Auslaßöffnungen 32a und drücken die zungenförmigen Auslaßventile 37 in Richtung auf ihre Offenstellung, wobei das Öffnen der Ventilzungen durch die Rückhalteplatte 33 begrenzt wird. Das komprimierte gasförmige Kältemittel wird also über Luftspalte in den geöffneten Auslaßöffnungen 32a ausgetrieben (vergleiche Vorderseite des Kompressors in Fig. 1). Aufgrund der erzwungenen Öffnung der Auslaßventile 37 durch die Vorsprünge 42a der Kolben 42 kann das komprimierte gasförmige Kältemittel aus den Zylinderbohrungen 40 in die Auslaßkammern 35a ausgestoßen und von dort unabhängig vom Druckpegel in den Zylinderbohrungen 40 in das externe Kühlsystem eingeleitet werden. Dabei erfolgt das Ausstoßen des komprimierten gasförmigen Kältemittels verzögerungsfrei und synchron mit dem Auslaß- beziehungsweise Kompressionshub der Kolben 42. Außerdem kehren die zungenförmigen Auslaßventile 37 zusammen mit den daran anliegenden Vorsprüngen 42a der Kolben 42 sanft in ihre Schließstellung zurück, wenn sich die Kolben 42 von ihrem oberen Totpunkt wieder in Richtung auf ihren unteren Totpunkt beziehungsweise ihre Mittelstellung bewegen, wodurch die Geräuscentwicklung beträchtlich verringert wird.

Der betrachtete Taumelscheibenkompressor mit seinen doppelt wirkenden, hin- und herbeweglichen Kolben kann daher die Kompression eines gasförmigen Kältemittels für ein externes Kühlsystem mit einem hohen volumenmäßigen Wirkungsgrad und minimalem Druckverlust ausführen. Außerdem kann der Geräuschpegel selbst dann abgesenkt werden, wenn der Kompressor mit hoher Last oder hoher Geschwindigkeit arbeitet, wobei zusätzlich eine Beschädigung seiner Elemente, insbesondere der Ventilelemente, vermieden wird.

Außerdem müssen in dem betrachteten Kompressor im vorderen und im hinteren Gehäuse 34 beziehungsweise 35 keine Ansaugkammern vorgesehen werden, da die Taumelscheibenkammer selbst als Ansaugkammer wirkt, so daß Größe und Gewicht des Kompressorkörpers beziehungsweise der Kompressoreinheit insgesamt im Vergleich zu einem konventionellen Kompressor mit doppelt wirkenden Kolben erheblich reduziert

werden können.

In Fig. 3 und 4 ist als zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Kältemittelkompressor mit variabler Förderleistung gezeigt, der einen Zylinderblock 1 mit einer Mittelachse aufweist. Der Zylinderblock 1 besitzt einander axial gegenüberliegende Enden, eine Mittelbohrung 1a, die koaxial zur Mittelachse des Zylinderblocks verläuft und der Aufnahme einer Antriebswelle 6 dient, und mehrere — beim Ausführungsbeispiel fünf — Zylinderbohrungen 1b, die in gleichen Winkelabständen rund um die Mittelachse angeordnet sind und parallel zu dieser verlaufen. Das eine axiale Ende, nämlich das vordere Ende des Zylinderblocks 1 ist gasdicht von einem vorderen Gehäuse 2 verschlossen, während das andere Ende, nämlich das hintere Ende des Zylinderblocks 1 gasdicht von einem hinteren Gehäuse 4 verschlossen ist, wobei zwischen diesem Ende des Zylinderblocks 1 und dem hinteren Gehäuse 4 eine Ventilplatte 43, eine Auslaßventilplatte 44 und ein Rückhalteelement 45 angeordnet sind. Der Zylinderblock 1, das vordere Gehäuse 2 und das hintere Gehäuse 4 werden durch mehrere lange Schraubbolzen 16 in axialer Richtung zusammengehalten und bilden einen Kompressorkörper.

Das vordere Gehäuse 2 definiert axial vor dem vorderen Ende des Zylinderblocks 1 eine Taumelscheibenkammer 5. In dem hinteren Gehäuse 4 ist eine radial innenliegende zylindrische Ansaugkammer 17 für ein zu komprimierendes gasförmiges Kältemittel ausgebildet, sowie eine die Ansaugkammer 17 umgebende und von dieser getrennte ringförmige außenliegende Auslaßkammer 18 zur Aufnahme des komprimierten Kältemittels.

Die Antriebswelle 6, die sich axial durch die Taumelscheibenkammer 5 erstreckt ist mittels Lagern 6b, 6c drehbar gelagert, die in einer Mittelbohrung des vorderen Gehäuses 2 und in der Mittelbohrung 1a des Zylinderblocks 1 sitzen. Das vordere Ende der Antriebswelle 6 ist gegenüber der Außenseite des vorderen Gehäuses 2 durch eine Wellendichtung 6a abgedichtet. Auf der Antriebswelle 6 ist drehfest ein Rotor 7 montiert, welcher in axialer Richtung durch ein Drucklager 7a abgestützt wird, welches zwischen der Innenseite des vorderen Gehäuses 2 und der Vorderseite des Rotors 7 angeordnet ist. Der Rotor 7 besitzt einen Stützarm 8, der von seiner Innenseite absteht und eine Verlängerung bildet, in der ein Langloch 8a vorgesehen ist, welches der gleitverschieblichen Aufnahme eines in Querrichtung verlaufenden Zapfens 8b dient. Der Zapfen 8b ist mit einer Taumelplatte 9 verbunden, welche die Antriebswelle 6 umgibt und ihren Neigungswinkel bezüglich einer zur Drehachse der Antriebswelle 6 senkrechten Ebene ändern kann.

Angrenzend an das innere Ende des Rotors 7 ist eine Buchse 10 axial gleitverschieblich auf der Antriebswelle 6 angeordnet. Die Buchse 10 wird mittels einer Schraubenfeder (in Fig. 3 und 4 nicht gezeigt), die den hinteren Teil der Antriebswelle 6 umgibt, ständig gegen die Innenseite des Rotors 7 gedrückt. Die Buchse 10 besitzt ein Paar von seitlich abstehenden Schwenkzapfen 10a, auf denen die Taumelplatte 9 schwenkbar gehalten ist, so daß sie ihren Neigungswinkel bezüglich einer zur Drehachse 6 senkrechten Ebene ändern kann.

Die Taumelplatte 9 besitzt eine ringförmige Innenfläche und einen zylindrischen Flansch. An diesen Teilen ist eine nicht-drehbare Taumelscheibe 12 über ein Drucklager 9a abgestützt. Die nicht-drehbare Taumelscheibe 12 ist an ihrem äußeren Umfang mit einem Führungsteil 12a versehen, in den einer der langen Schraubbolzen 16

eingepaßt ist, um in Umfangsrichtung jedes Spiel der Taumelscheibe 12 gegenüber der Taumelplatte 9 zu verhindern. Die Taumelscheibe 12 steht über Verbindungsstangen 14 in Antriebsverbindung mit Kolben 15, die axial gleitverschieblich in die Zylinderbohrungen 1b eingepaßt sind.

Wenn sich die Antriebswelle 6 gemeinsam mit dem Rotor und der Taumelscheibe 9 dreht, dann wird die Taumelscheibe 12, die an der Taumelplatte 9 anliegt, zu einer Taumelbewegung angetrieben ohne sich zu drehen, wodurch eine Hin- und Herbewegung der Kolben 15 in den Zylinderbohrungen 1b herbeigeführt wird. In Abhängigkeit von der Hin- und Herbewegung der Kolben 15 wird das Kältemittel aus der Ansaugkammer 17 in die einzelnen Zylinderbohrungen 1b gesaugt und in diesen komprimiert. Das komprimierte Kältemittel wird dann aus den einzelnen Zylinderbohrungen 1b in die Auslaßkammer 18 ausgestoßen, aus der das Kältemittel nach seiner Kompression in ein externes Kühlsystem geliefert wird.

Wenn während des Betriebs des Kompressors eine Änderung der Differenz zwischen einem Ansaugdruck in den einzelnen Zylinderbohrungen 1b und einem Druck in der Taumelscheibenkammer 5 eintritt, dann ändert sich der Druck an den einzelnen Kolben 15 und damit der Neigungswinkel der Taumelplatte 9 und der Taumelscheibe 12. Der Druck in der Taumelscheibenkammer 5 ist einstellbar mit Hilfe eines konventionellen Magnet-Steuerventils veränderbar (in Fig. 3 nicht gezeigt), welches in einem geeigneten Teil des hinteren Gehäuses 4 sitzt.

Die oben erwähnte zylindrische innere Ansaugkammer 17 im hinteren Gehäuse 4 besitzt einen Ansaug einlaß 46a, der in einer flachen Stirnwand des hinteren Gehäuses 4 ausgebildet ist, so daß die Ansaugkammer das aus dem externen Kühlsystem zurückfließende gasförmige Kältemittel aufnehmen kann.

Die ringförmige Auslaßkammer 18 des hinteren Gehäuses 4 besitzt einen Auslaß 46b, der im Randbereich der Stirnwand des hinteren Gehäuses 4 ausgebildet ist, so daß das gasförmige Kältemittel nach der Kompression aus der Auslaßkammer 18 über den Auslaß 34b in das externe Kühlsystem geliefert werden kann.

Mehrere Ansaugöffnungen 43a deren Anzahl üblicherweise derjenigen der Zylinderbohrungen 1b entspricht, sind vorgesehen, um eine Verbindung zwischen der Ansaugkammer 17 und den einzelnen Zylinderbohrungen 1b zu schaffen. Die Ansaugöffnungen 43a sind in gleichen Winkelabständen voneinander angeordnet und als durchgehende Öffnungen der Ventilplatte 43 ausgebildet, und zwar konzentrisch zur Mittelachse des Zylinderblocks 1, wie dies am besten aus Fig. 4 deutlich wird. Das gasförmige Kältemittel, welches über den Ansaug einlaß 34a in die Ansaugkammer 17 eintritt, wird über die entsprechenden Ansaugöffnungen 43a in die betreffenden Zylinderbohrungen 1b gesaugt, wenn die hin- und herbeweglichen Kolben 15 ihren Saughub ausführen und sich in ihren Zylinderbohrungen 1b in Richtung auf den unteren Totpunkt bewegen. Wenn das gasförmige Kältemittel in die Zylinderbohrungen 1b gesaugt wird, öffnet ein plattenförmiges drehbares Ventilelement 47 die Ansaugöffnungen 43a, um eine Fluidverbindung zwischen der Ansaugkammer 17 und den Zylinderbohrungen 1b herzustellen. Dabei ist das drehbare Ventilelement 47 mittels einer Schraube 48 am hinteren Ende der Antriebswelle 6 gehalten und wird durch ein Radiallager 6d und ein Drucklager 6e derart gelagert, daß es gemeinsam mit der Antriebswelle 6 zu einer

Drehbewegung antreibbar ist. Das drehbare Ventilelement 47 ist mit einem Ansaugkanal 47a versehen, der als bogenförmiges Langloch ausgebildet ist, wie dies am besten aus Fig. 4 deutlich wird. Bei der Drehung des drehbaren Ventilelements 47 bewegt sich der Ansaugkanal 47a folglich auf einem vorgegebenen Kreis, der koaxial zu dem Kreis angeordnet ist, auf dem die Ansaugöffnungen 43a der Ventilplatte 43 angeordnet sind. Wenn sich das drehbare Ventilelement 47 dreht, wird folglich eine vorgegebene Anzahl von Ansaugöffnungen 43a (beim betrachteten Ausführungsbeispiel drei Ansaugöffnungen) von dem bogenförmigen Ansaugkanal 47a des drehbaren Ventilelements 47 freigelegt, so daß die Ansaugöffnungen 43a und der Ansaugkanal 47a für eine Fluidverbindung zwischen der Ansaugkammer 17 und den betreffenden Zylinderbohrungen 1b sorgen. Das gasförmige Kältemittel wird folglich aus der Ansaugkammer 17 in die Zylinderbohrungen 1b eingeführt.

Es sind mehrere Auslaßöffnungen 43b vorgesehen, deren Zahl üblicherweise derjenigen der Zylinderbohrungen 1b entspricht, um die einzelnen Zylinderbohrungen 1b mit der ringförmigen Auslaßkammer 18 zu verbinden. Die Auslaßöffnungen 43b sind als in gleichen Winkelabständen angeordnete axial durchgehende Öffnungen am äußeren Umfang der Ventilplatte 43 vorgesehen. Wenn die Kolben 15 ihren Kompressions- und Auslaßhub ausführen und sich in ihren zugeordneten Zylinderbohrungen 1b ihrem oberen Totpunkt nähern, wird das komprimierte gasförmige Kältemittel aus den Zylinderbohrungen 1b über die Auslaßöffnungen 43b in die Auslaßkammer 18 ausgestoßen. Wenn das gasförmige Kältemittel aus den Zylinderbohrungen 1b ausgestoßen wird, dann werden die zungenförmigen Auslaßventile der Auslaßventilplatte 44 zwangsweise in ihre Offenstellung bewegt, wobei ihre Auslenkung durch das Halteelement 45 begrenzt wird (Fig. 3).

Aus der vorstehenden Beschreibung des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3 und 4 wird deutlich, daß bei einer synchronen Drehbewegung des plattenförmigen drehbaren Ventilelements 47 mit der Antriebswelle diejenigen Zylinderbohrungen 1b in denen die betreffenden Kolben 15 gerade ihren Ansaughub ausführen, für ein vorgegebenes Zeitintervall, dessen Länge von der Länge des Ansaugkanals 47a in Umfangsrichtung und der Drehzahl des drehbaren Ventilelements 47 abhängig ist, mit der Ansaugkammer verbunden ist. Das gasförmige Kältemittel wird folglich aus der Ansaugkammer 17 in die betreffende Zylinderbohrungen 1b gesaugt. Da das plattenförmige Ventilelement 47 die Ansaugöffnungen 43a der betreffenden Zylinderbohrungen 1b synchron zum Ansaughub der Kolben in den betreffenden Zylinderbohrungen 1b mechanisch öffnen kann, erfolgt das Ansaugen des gasförmigen Kältemittels aus der Ansaugkammer 17 in die Zylinderbohrungen 1b verzögerungsfrei von dem Moment an, in dem die Ansaugöffnungen 43a geöffnet werden. Der Kompressor gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel kann folglich mit hohem volumenmäßigem Wirkungsgrad und ohne Druckverlust betrieben werden. Weiterhin ist es möglich, die Geräuscentwicklung zu verringern und eine Beschädigung der Elemente beziehungsweise Bauteile zu verhindern, und zwar selbst dann, wenn der Kompressor mit einer hohen Last oder mit hoher Drehzahl arbeitet.

Das zweite Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 und 4, bei dem das plattenförmige drehbare Ventilelement 47 mit dem Ansaugkanal 47a dadurch synchron mit den Ansaughüben der Kolben 15 angetrieben wird, daß es

fest mit dem hinteren Ende der Antriebswelle 6 verbunden ist, kann in der Weise abgewandelt werden, daß das synchrone Öffnen der Ansaugöffnungen 43a durch das Ventilelement 47 dadurch herbeigeführt wird, daß das drehbare Ventilelement 47 von einem Elektromotor angetrieben wird, welcher durch einen elektrischen Treiberkreis betrieben wird. Der elektrische Treiberkreis kann in bekannter Weise durch einen Mikrocomputer gesteuert werden, welcher Antriebsbefehlssignale für den Treiberkreis in Abhängigkeit von Synchronisationssignalen erzeugt, die von einem Synchronisationsdetektor empfangen werden, der beispielsweise die Drehung der Antriebswelle 6 erfaßt. Insbesondere kann der Synchronisationsdetektor einen Permanentmagneten umfassen, der an der Antriebswelle 6 befestigt ist, sowie eine Spule, die elektrisch mit dem Mikrocomputer verbunden ist und mit dem Permanentmagneten in der Weise zusammen wirkt, daß sie elektrische Signale für den Mikrocomputer erzeugt, die die Drehung der Antriebswelle 6 anzeigen.

In den Fig. 5 bis 7 ist als drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Mehrkolbenkompressor mit variabler Förderleistung gezeigt. Dabei ist zu beachten, daß der Kompressor gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel konstruktiv zahlreiche Übereinstimmungen mit dem Kompressor gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel aufweist, so daß entsprechende Elemente dieses Kompressors mit denselben Bezugszeichen bezeichnet sind, wie die entsprechenden Elemente des Kompressors gemäß Fig. 3 und 4, wobei die übereinstimmenden Teile nachstehend hinsichtlich ihres Aufbaus und ihres Betriebs nicht noch einmal näher erläutert werden.

Gemäß den Fig. 5 bis 7 ist das hintere Ende des Zylinderblocks 1 unter Einfügung einer flachen Ventilplatte 49, eines Auslaßventilblechs 50 mit zungenförmigen Auslaßventilen und einer Rückhalteplatte 51 durch ein hinteres Gehäuse 4 abgeschlossen.

Es sind mehrere lange Schraubbolzen 16 (beispielsweise beim dritten Ausführungsbeispiel fünf Schraubbolzen) vorgesehen, um den Zylinderblock sowie das vordere und das hintere Gehäuse 2, 4 miteinander zu verbinden und dadurch eine Kompressoreinheit zu bilden. Das hintere Gehäuse 4 ist mit einer radial innenliegenden Ansaugkammer 17 versehen, in der im Betrieb ein niedriger Druck herrscht, sowie mit einer ringförmigen Auslaßkammer 18, die radial außerhalb der Ansaugkammer 17 angeordnet ist. Die Ansaugkammer 17 besitzt einen Ansaug einlaß 52a, durch welchen das gasförmige Kältemittel aus dem externen Kühlsystem, mit dem die Auslaßkammer 18 über einen Auslaß 52b verbunden ist, in die Ansaugkammer 17 eintritt.

In der Taumelscheibenkammer 5, die durch das vordere Gehäuse 2 definiert wird, ist ein Nockenelement beziehungsweise eine Kurvenscheibe 53 (vergleiche Fig. 7) auf der Antriebswelle 6 montiert, und in der Ventilplatte 49 sind mehrere Ansaugöffnungen 49a vorgesehen, und zwar in Positionen, welche an die betreffenden Zylinderbohrungen 1b angrenzen, wobei die Ansaugöffnungen 49a mit mehreren Ventilkammern 49 kommunizieren, die im hinteren Ende des Zylinderblocks 1 ausgebildet sind.

Der Zylinderblock 1 ist mit mehreren axial durchgehenden Öffnungen 55a versehen, die von den einzelnen Ventilkammern 54 nach vorne führen und sich zu der Taumelscheibenkammer 5 öffnen. Die durchgehenden Öffnungen 55a nehmen axiale Stangen 56 mit einem Ventilelement 56a auf, welches dazu dient, Ansaugöffnungen 49a der Ventilplatte 49 in den betreffenden Ven-

tilkammern 54 zu schließen. Die Stangen 56 sind durch Schraubenfedern 56b oder dergleichen ständig in ihre vorderste Stellung — in Fig. 5 in ihre äußerste linke Position — vorgespannt, wobei das vordere Ende jeder der Stangen 56 in Kontakt mit der angrenzenden Oberfläche der Kurvenscheibe 53 steht. Die Kurvenscheibe 53 ist mit einer bogenförmigen Rippe 53a versehen, die sich konzentrisch zur Achse der Kurvenscheibe 53 über einen vorgegebenen Winkel erstreckt und gegenüber der angrenzenden Fläche der Kurvenscheibe 53 erhaben ist, wie dies die Fig. 7 zeigt. Die Rippe 53a der Kurvenscheibe 53 dient dazu, die an ihr anliegenden Stangen 56 nach hinten — in Fig. 5 nach rechts — zu stoßen, so daß die Ventilelemente 56 in eine solche Stellung bewegt werden, daß sie die jeweils zugeordnete Ansaugöffnung 49a schließen.

Längs des äußeren Umfangs der Ventilplatte 49 sind mehrere Auslaßöffnungen 49b vorgesehen. Wenn sich die Kolben 15 bei ihrer Hin- und Herbewegung in den zugeordneten Zylinderbohrungen 1b in Richtung auf ihren oberen Totpunkt bewegen, dann drückt das komprimierte Gas folglich die Auslaßventile des Auslaßventilbleches in ihre Offenstellung, die durch die Rückhalteplatte 51 begrenzt wird, und daß komprimierte Kältemittel wird über die Auslaßöffnungen 49b in die Auslaßkammer 18 ausgetrieben.

Bei dem in Fig. 5 bis 7 gezeigten Ausführungsbeispiel umfassen die Ansaugventile die axial verlaufenden Stangen 56, die Ventilelemente 56a und die Schraubenfedern 56b und werden mechanisch durch die Kurvenscheibe 53 für ein vorgegebenes Zeitintervall geöffnet, welches durch die Länge der Rippe 53a der Kurvenscheibe 53 in Umfangsrichtung bestimmt wird. Folglich wird zwischen den Zylinderbohrungen 1b und der Ansaugkammer 17 über die Ansaugöffnungen 49a jeweils für ein vorgegebenes Zeitintervall eine Fluidverbindung hergestellt. Daher wird das gasförmige Kältemittel vor seiner Kompression verzögerungsfrei in einer vorgegebenen Folge in Abhängigkeit vom Öffnen der Ansaugöffnungen 49a aus der Ansaugkammer 17 in die einzelnen Zylinderbohrungen 1b gesaugt. Der Kompressor gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel kann daher mit einem geringen Druckverlust und einem hohen volumenmäßigen Wirkungsgrad arbeiten. Außerdem ist der Betrieb des Kompressors geräuscharm und störungs- beziehungsweise verschleißfrei, selbst wenn der Kompressor mit hoher Last oder hoher Drehzahl betrieben wird.

Der Kolbenkompressor gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 bis 7, bei dem das Öffnen der Ansaugöffnungen 49a der einzelnen Zylinderbohrungen 1b mechanisch mit dem Ansaughub der hin- und herbeweglichen Kolben synchronisiert wird, und zwar unter Verwendung von durch eine Nocke beziehungsweise eine Steuerkurve betätigten stangenförmigen Ansaugventileinrichtungen, kann in der Weise abgewandelt werden, daß die Betätigung der Ventilelemente elektromagnetisch mit dem Ansaughub der Kolben 15 unter Erfassung der Umdrehung der Antriebswelle synchronisiert wird, wie dies in Fig. 8 gezeigt ist.

In Fig. 8 trägt die drehbare Antriebswelle 6 einen Permanentmagneten (nicht gezeigt), der angrenzend an das innere Ende des Zylinderblocks 1 angeordnet ist und sich zusammen mit der Antriebswelle 6 dreht. Ferner ist an einer geeigneten Stelle angrenzend an den Permanentmagneten eine elektrische Spule angeordnet, um mit dem Permanentmagneten zusammenzuwirken, der sich gemeinsam mit der Antriebswelle 6 dreht.

Eine Spule 57 ist am vorderen Ende jeder der Stangen

56 befestigt, die an ihrem hinteren Ende das Ventilelement 56a tragen und mittels Schraubenfeder 56b ständig in eine Position vorgespannt werden, in der sie die zugeordnete Ansaugöffnung 49a schließen. Die vorstehend erwähnte elektrische Spule wirkt nun elektromagnetisch mit dem rotierenden Permanentmagneten derart zusammen, daß sie Signale erzeugt, die eine Drehung der Antriebswelle 6 anzeigen, das heißt Synchronisationssignale. Die Spule ist elektrisch mit einem bekannten Mikrocomputer verbunden, welcher einer Treiberschaltung für die Spule 57 in Abhängigkeit von den Synchronisationssignalen Treiberimpulse zuführt. Wenn die Spule 57 in Abhängigkeit von einem Treiberimpuls erregt wird, dann wird die betreffende Stange 56 mit ihrem Ventilelement 56a nach vorn — in Fig. 8 nach links — gezogen und zwar entgegen der Vorspannkraft der Schraubenfeder 56b, um die zugeordnete Ansaugöffnung 49a synchron mit dem Ansaughub des betreffenden Kolbens 15 zu öffnen, dessen Hin- und Herbewegung seinerseits mit der Drehung der Antriebswelle 6 synchronisiert wird.

Der Kompressor gemäß Fig. 8 arbeitet in der Praxis so, daß sich im wesentlichen die gleichen Funktionen und Vorteile ergeben, wie bei dem Kompressor gemäß Fig. 5 bis 7.

Der Kolbenkompressor gemäß dem in Fig. 5 bis 7 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel beziehungsweise der abgewandelte Kompressor gemäß Fig. 8 können weiter modifiziert werden, wie dies in Fig. 9 gezeigt ist.

Bei dem Kompressor gemäß Fig. 9 ist ein Ansaugventilblech 58 vorgesehen, welches mehrere zungenförmige Ansaugventile 58a aufweist und zwischen der Ventilplatte 49 und dem hinteren Ende des Zylinderblock 1 angeordnet ist. Jedes der zungenförmigen Ansaugventile 58a wird durch das hintere Ende einer Stange 56 über eine Gummibuchse 71 und einer auf die Stange 56 aufgeschraubte Mutter 72 gehalten. Die zungenförmigen Ansaugventile 58a können somit durch die Stange 56 auf die zugeordneten Ansaugöffnungen 59 der Ventilplatte 49 zu und von dieser weg bewegt werden, wobei die zungenförmigen Ansaugventile 58a über die jeweils zugeordnete Stange 56 mechanisch angetrieben werden.

Das Ansaugventilblech 58 ist ferner mit mehreren durchgehenden Öffnungen versehen, die mit den Auslaßöffnungen 49b der Ventilplatte 49 fluchten.

Es wird darauf hingewiesen, daß der Kompressor gemäß Fig. 9 im übrigen ebenso aufgebaut ist, wie der Kompressor gemäß Fig. 5 bis 7. Daher kann der Kompressor gemäß Fig. 9 in derselben vorteilhaften Weise arbeiten, wie der Kompressor gemäß Fig. 5 bis 7.

Fig. 10 zeigt einen Kolbenkompressor gemäß einer weiteren Variante des Kompressors gemäß Fig. 5 bis 7. Bei dem Kompressor gemäß Fig. 10 sind mehrere stangenförmige Ventilelemente als Auslaßventile zum mechanischen Öffnen und Schließen zugeordneten Auslaßöffnungen für die einzelnen Zylinderbohrungen des Kompressors vorgesehen, wobei diese Ventileinrichtungen synchron mit den Kompressions- und Auslaßhuben der hin- und herbeweglichen Kolben arbeiten.

Im einzelnen ist gemäß Fig. 10 jeder der hin- und herbeweglichen Kolben 15 mit einem Permanentmagneten 73 versehen, der in den Kolben 15 eingebettet ist. Eine elektromagnetisch, induktiv beeinflussbare Spule 74 ist zum Zusammenwirken mit dem Permanentmagneten 73 in einer geeigneten Position der betreffenden Zylinderbohrung 1b angeordnet und elektrisch mit ei-



nem bekannten Mikrocomputer 75 verbunden. Der Permanentmagnet 73, die Spule 74 und der Mikrocomputer 75 arbeiten somit als Synchronisationssignal-Detektier-einrichtungen. Der Mikrocomputer 75 ist elektrisch mit einem Treiberkreis 76 verbunden, der seinerseits mit einem Elektromagneten beziehungsweise einer Spule 57 verbunden ist, die am vordersten Ende der beziehungsweise jeder Stange 56 angeordnet ist.

Das hintere Gehäuse 4 ist mit einer radial außenliegenden Ansaugkammer 17 mit einem Ansaug einlaß 52a und einer radial innenliegenden Auslaßkammer 18 mit einem Auslaß 52b versehen. Die Ventilplatte 49 ist mit mehreren Ansaugöffnungen 49a versehen, die durch die zungenförmigen Ventilelemente des Ansaugventilblechs 58 geöffnet und geschlossen werden können.

In der Ventilplatte 49, dem Ansaugventilblech 58 und dem hinteren Ende des Zylinderblocks 1 sind ferner mehrere Auslaßöffnungen 49b vorgesehen, um eine Verbindung mit der Auslaßkammer herzustellen. Mehrere Ventilelemente 56a sind jeweils am hinteren Ende der Stangen 56 befestigt. Das vordere Ende jeder der Stangen 56 ist mit einem Eisenkern 56c versehen, und jede Stange 56 wird mittels einer Schraubenfeder 56b ständig nach vorne vorgespannt, was bedeutet, daß die Ventilelemente 56a von den Stangen 56 ständig in ihrer Schließstellung gehalten werden, in der sie die Auslaßöffnungen 49b schließen. Wenn die an das vordere Ende einer Stange 56 angrenzenden Spule 56 erregt wird, dann wird der Eisenkern 56c der Stange 56 magnetisch entgegen der Federkraft der Schraubenfeder 56b gegen die Spule 57 gezogen. Die Stange 56 und das zugehörige Auslaßventilelement 56a werden folglich bezüglich der zugeordneten Auslaßöffnung 49b in eine Offenstellung bewegt. Der Treiberkreis 76 und die Spule 57 arbeiten also als Auslaßventil-Antriebseinrichtung.

Bei dem Kompressor gemäß Fig. 10 stehen die Auslaßöffnungen 49b für diejenigen Zylinderbohrungen 1b, in denen die Kolben 15 einen Kompressions- beziehungsweise Auslaßhub ausführen, für ein vorgegebenes Zeitintervall mit der Auslaßkammer 18 in Verbindung, so daß das aus den betreffenden Zylinderbohrungen 1b ausgestoßene komprimierte gasförmige Kältemittel verzögerungsfrei in die Auslaßkammer 18 gelangt, da die mechanische Bewegung der Ventilelemente 56a synchron mit dem Auslaßhub der Kolben 15 erfolgt. Das Austreiben des komprimierten gasförmigen Kältemittels erfolgt zuverlässig in Abhängigkeit vom Auslaßhub der einzelnen Kolben 15, und zwar unabhängig vom Druckpegel in den Zylinderbohrungen 1b. Folglich kann der Kompressor mit einem geringen Druckverlust und mit einem hohen volumenmäßigen Wirkungsgrad arbeiten. Selbst dann, wenn der Kompressor mit hoher Last oder hoher Drehzahl arbeitet, kann der Druckverlust folglich so gering wie möglich gehalten werden, und der Kompressor arbeitet ohne das Geräusch, welches auftritt, wenn konventionelle zungenförmige Ventilelemente gegen die Ventilplatte schlagen, und ohne einen Verschleiß- beziehungsweise ein Brechen dieser Elemente.

Die Ventilelemente 56a des Kompressors gemäß Fig. 10 können in der Weise modifiziert werden, daß die axiale Bewegung der Stangen 56 mit den Ventilelementen 56a mechanisch durch ein Kurvenelement beziehungsweise eine Kurvenscheibe herbeigeführt wird, die der Kurvenscheibe 53 bei dem Kompressor gemäß Fig. 5 bis 7 ähnlich ist.

Gemäß einer weiteren Variante können die Auslaßventileinrichtungen 56a des Kompressors gemäß Fig. 10

in Kombination mit elektromagnetisch betätigten Ansaugventileinrichtungen eingesetzt werden, wie sie beispielsweise bei den Kompressoren gemäß Fig. 8 und 9 versehen sind. Dadurch wird es möglich, das Problem der Zeitverzögerung beim Ansaugen des gasförmigen Kältemittels vor dessen Kompression ebenso zu vermeiden, wie eine zeitliche Verzögerung beim Ausstoßen des komprimierten gasförmigen Kältemittels.

#### Patentansprüche

1. Mehrkolben-Kältemittelkompressor zum Komprimieren eines Kältemittels für ein Kühlsystem, mit einem Kompressorkörper, welcher einen an den Enden offenen Zylinderblock aufweist, der mit einer zu seiner Mittelachse coaxialen zylindrischen Mittelbohrung und mit mehreren axialen Zylinderbohrungen versehen ist, die rund um die Mittelachse und parallel zu dieser angeordnet sind, und mit Gehäuseeinrichtungen, die gasdicht mit den axial einander gegenüberliegenden Enden des Zylinderblockes verbunden sind, um dessen Enden zu schließen, mit einer der Aufnahme des Kältemittels vor dessen Kompression dienenden Niederdruckkammer, die teilweise in dem Kompressorkörper ausgebildet ist, um das Kältemittel aus dem Kühlsystem vor dessen Kompression aufzunehmen, wobei diese Niederdruckkammer eine Ansaugkammer bildet, die mit den Zylinderbohrungen über mehrere Ansaugöffnungen verbindbar ist, mit einer der Aufnahme des Kältemittels nach dessen Kompression dienenden Auslaßkammer, die in den Gehäuseeinrichtungen des Kompressors definiert ist, und der Aufnahme des an das Kühlsystem abzugebenden Kältemittels nach dessen Kompression dient, wobei die Auslaßkammer mit den Zylinderbohrungen über mehrere Auslaßöffnungen verbindbar ist, mit einer drehbaren Antriebswelle, die in den Gehäuseeinrichtungen und im Zylinderblock des Kompressorkörpers mittels Lagern drehbar gelagert ist, mit mehreren zu einer Hin- und Herbewegung antreibbaren Kolben, die in die axialen Zylinderbohrungen des Zylinderblockes eingepaßt sind und in diesen zu einer Hin- und Herbewegung zum Ansaugen, Komprimieren und Ausstoßen des Kältemittels antreibbar sind, mit einem Taumelscheiben-Antriebsmechanismus für die Kolben, der in dem Kompressorkörper rings um die drehbare Antriebswelle angeordnet ist, um im Zusammenwirken mit der Antriebswelle die Kolben in den Zylinderbohrungen zu einer Hin- und Herbewegung anzutreiben, mit dem Verschließen der Ansaugöffnungen dienenden Ansaugventileinrichtungen, die in ihrer Offenstellung bewegbar sind, um die einzelnen Ansaugöffnungen in einer vorgegebenen Reihenfolge zu öffnen, und mit dem Verschließen der Auslaßöffnungen dienenden Auslaßventileinrichtung, die in ihre Offenstellung bewegbar sind, um die Auslaßöffnungen in einer vorgegebenen Reihenfolge zu öffnen, dadurch gekennzeichnet, daß Betätigungseinrichtungen vorgesehen sind, mit deren Hilfe die Ansaugventileinrichtungen bezüglich der Ansaugöffnungen mechanisch in der vorgegebenen Reihenfolge synchron zum Ansaughub der betreffenden Kolben aus ihrer Schließstellung in ihre Offenstellung bewegbar sind.

2. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansaug-



ventileinrichtungen ein plattenförmiges drehbares Ventilelement umfassen, welches ein bogenförmiges als Ansaugkanal dienendes Langloch aufweist und in der Ansaugkammer der Gehäuseeinrichtungen angeordnet ist.

3. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Kompressorkörper eine Taumelscheibenkammer ausgebildet ist, die gleichzeitig als Ansaugkammer und als Kammer zur Aufnahme des Taumelscheiben-Antriebsmechanismus dient und daß in der Taumelscheibenkammer als Ansaugöffnungen dienende Aussparungen zur Herstellung einer Fluidverbindung zwischen der Taumelscheibenkammer und den einzelnen Zylinderbohrungen vorgesehen sind und daß jeder der hin- und herbeweglichen Kolben mindestens einen zylindrischen Oberflächenbereich aufweist, welcher als Bestandteil der Ansaugventileinrichtungen dient, wobei diese zylindrischen Oberflächenbereiche der hin- und herbeweglichen Kolben mit den Aussparungen des Zylinderblocks zusammenwirken, um zwischen der Taumelscheibenkammer und der Zylinderbohrungen jeweils eine Fluidverbindung herzustellen, wenn sich die betreffenden Kolben in ihren Zylinderbohrungen im Bereich ihres unteren Totpunkts befinden.

4. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der hin- und herbeweglichen Kolben als doppelt wirkender, an beiden Enden jeweils ein Kolbenkopf aufweisender Kolben ausgebildet ist, mit dessen Hilfe bei jeder vollständigen Umdrehung der Antriebswelle in der zugehörigen Zylinderbohrung zwei Ansaug- und zwei Kompressionshübe durchführbar sind, wenn der Kolben bei sich drehender Antriebswelle von dem Taumelscheiben-Antriebsmechanismus angetrieben wird und daß der Zylinderblock des Kompressorkörpers angrenzend an jede der Zylinderbohrungen jeweils mit zwei axial im Abstand von einander angeordneten, als Ansaugöffnungen dienenden Vertiefungen versehen ist.

5. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Gehäuseeinrichtungen des Kompressorkörpers eine Kammer mit niedrigem Betriebsdruck als Ansaugkammer ausgebildet ist, daß die Ansaugventileinrichtungen an ihrem einen Ende jeweils mit einem Ventilelement versehene axial angeordnete Stangen umfassen, welche auf eine vorgegebene Position in der die Ansaugöffnungen durch die Ventilelemente an den axialen Stangen geschlossen sind, zu und aus dieser Position weg bewegbar sind und daß die Einrichtungen zum mechanischen Betätigen der Ansaugventileinrichtungen Antriebseinrichtungen zum axialen Verstellen der axial angeordneten Stangen synchron zu dem Ansaughub des jeweils zugeordneten Kolbens umfassen.

6. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtungen zum axialen Verstellen der Stangen ein Kurvenelement umfassen, welches drehfest an der Antriebswelle montiert ist, derart, daß jede der axial angeordneten Stangen der Ansaugventileinrichtungen synchron zur Drehung der Antriebswelle zu einer axialen Bewegung auf die vorgegebene Position zu und von dieser weg an-

treibbar ist.

7. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtungen zum mechanischen Verstellen der axial angeordneten Stangen elektromagnetische Einrichtungen umfassen, mit deren Hilfe auf jede der Stangen der Ansaugventileinrichtungen synchron zum Saughub des zugeordneten Kolbens entgegen einer Federkraft, durch die diese Stange in die vorgegebene Position vorgespannt ist, aus dieser vorgegebenen Position weg bewegbar ist.

8. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtungen für die Stangen Signalerzeugungseinrichtungen zum Erzeugen eines Treibersignals zum Erregen der elektromagnetischen Einrichtungen umfassen, derart, daß die auf die Stangen einwirkende magnetische Kraft jeweils synchron mit dem Saughub des der Stange zugeordneten hin- und herbeweglichen Kolbens erzeugbar ist.

9. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Betätigungseinrichtungen zum mechanischen Betätigen der Auslaßventileinrichtungen vorgesehen sind, derart, daß sie aus einer Schließstellung, in der sie eine zugeordnete Auslaßöffnung schließen, in einer vorgegebenen Reihenfolge synchron zu dem Auslaßhub der jeweiligen Kolben in eine Offenstellung bewegbar sind, in der sie die betreffende Auslaßöffnung freigeben.

10. Mehrkolben-Kältemittelkompressor zum Komprimieren eines Kältemittels für ein Kühlsystem, mit einem Kompressorkörper, welcher einen an den Enden offenen Zylinderblock aufweist, der mit einer zu seiner Mittelachse koaxialen zylindrischen Mittelbohrung und mit mehreren axialen Zylinderbohrungen versehen ist, die rund um die Mittelachse und parallel zu dieser angeordnet sind, und mit Gehäuseeinrichtungen, die gasdicht mit den axial einander gegenüberliegenden Enden des Zylinderblockes verbunden sind, um dessen Enden zu schließen, mit einer der Aufnahme des Kältemittels vor dessen Kompression dienenden Niederdruckkammer, die teilweise in dem Kompressorkörper ausgebildet ist, um das Kältemittel aus dem Kühlsystem vor dessen Kompression aufzunehmen, wobei diese Niederdruckkammer eine Ansaugkammer bildet, die mit den Zylinderbohrungen über mehrere Ansaugöffnungen verbindbar ist, mit einer der Aufnahme des Kältemittels nach dessen Kompression dienenden Auslaßkammer, die in den Gehäuseeinrichtungen des Kompressors definiert ist, und der Aufnahme des an das Kühlsystem abzugebenden Kältemittels nach dessen Kompression dient, wobei die Auslaßkammer mit den Zylinderbohrungen über mehrere Auslaßöffnungen verbindbar ist, mit einer drehbaren Antriebswelle, die in den Gehäuseeinrichtungen und im Zylinderblock des Kompressorkörpers mittels Lagern drehbar gelagert ist, mit mehreren zu einer Hin- und Herbewegung antreibbaren Kolben, die in die axialen Zylinderbohrungen des Zylinderblockes eingepaßt sind und in diesen zu einer Hin- und Herbewegung zum Ansaugen, Komprimieren und Ausstoßen des Kältemittels antreibbar sind, mit einem Taumelscheiben-Antriebsmechanismus für die Kolben, der in dem Kompressorkörper rings um die drehbare Antriebswelle angeordnet ist, um im Zusammenwir-

ken mit der Antriebswelle die Kolben in den Zylinderbohrungen zu einer Hin- und Herbewegung anzutreiben, mit dem Verschließen der Ansaugöffnungen dienenden Ansaugventileinrichtungen, die in ihrer Offenstellung bewegbar sind, um die einzelnen Ansaugöffnungen in einer vorgegebenen Reihenfolge zu öffnen, und mit dem Verschließen der Auslaßöffnungen dienenden Auslaßventileinrichtung, die in ihre Offenstellung bewegbar sind, um die Auslaßöffnungen in einer vorgegebenen Reihenfolge zu öffnen, dadurch gekennzeichnet, daß Betätigungseinrichtungen vorgesehen sind, mit deren Hilfe die Auslaßventileinrichtungen mechanisch in vorgegebener Reihenfolge synchron mit dem Auslaßhub der jeweils zugeordneten Kolben aus ihrer Schließstellung bezüglich der Auslaßöffnung in ihre Offenstellung bezüglich der Auslaßöffnung bewegbar sind.

11. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in den Gehäuseeinrichtungen des Kompressorkörpers eine Auslaßkammer ausgebildet ist und daß die Auslaßventileinrichtungen ein drehbares Ventilelement umfassen, welches drehfest auf der Antriebswelle montiert und mit darin ausgebildeten, einer kreisförmigen Öffnung ähnlichen Auslaßkanaleinrichtungen versehen ist, mit deren Hilfe in vorgegebener Reihenfolge und synchron zu dem Auslaßhub der einzelnen Kolben eine Fluidverbindung zwischen der Auslaßkammer und den einzelnen Auslaßöffnungen herstellbar sind.

12. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in den Gehäuseeinrichtungen des Kompressorkörpers eine Auslaßkammer ausgebildet ist und daß jeder der hin- und herbeweglichen Kolben mindestens eine Betätigungseinrichtung zum mechanischen Öffnen der zugeordneten Auslaßöffnungen aufweist, derart, daß bei einer Bewegung des Kolbens in eine an seinen oberen Totpunkt innerhalb der Zylinderbohrung angrenzende Position eine Fluidverbindung zwischen der betreffenden Zylinderbohrung und der Auslaßkammer herstellbar ist.

13. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungseinrichtung zum mechanischen Öffnen der Auslaßöffnungen einen Vorsprung umfassen, der jeweils am Kopf des hin- und herbeweglichen Kolbens angeordnet ist und mit der diesem Kolben zugeordneten Auslaßöffnung fluchtet.

14. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 13 mit mehreren doppelt wirkenden Kolben, von denen jeder an beiden Enden einen Kolbenkopf aufweist und bei einer vollständigen Umdrehung der Antriebswelle jeweils zweimal einen Ansaughub und einen Kompressionshub ausführen kann, wenn er bei umlaufender Antriebswelle durch den Taumelscheiben-Antriebsmechanismus angetrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Kolben an seinen beiden Kolbenköpfen jeweils mit einem nach außen gerichteten Vorsprung als Betätigungseinrichtung zum mechanischen Öffnen der zugeordneten Auslaßöffnungen versehen ist und daß die Auslaßkammer der Gehäuseeinrichtungen des Kompressorkörpers axial im Abstand voneinander eine vordere Auslaßkammer und eine hintere Auslaßkammer umfaßt, wobei jede dieser Auslaßkammern Auslaßöffnungen auf-

weist, die durch die Vorsprünge der hin- und herbeweglichen doppelt wirkenden Kolben geöffnet werden.

15. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in den Gehäuseeinrichtungen des Kompressorkörpers eine Auslaßkammer ausgebildet ist, daß die Auslaßventileinrichtungen axial angeordnete Stangen mit jeweils einem Ventilelement an ihrem einen Ende umfassen, die auf eine vorgegebene Position, in der die Auslaßöffnungen durch die Ventilelemente der axial angeordneten Stangen geschlossen sind zu und aus dieser Position weg bewegbar sind, und daß die Betätigungseinrichtungen zum mechanischen Verstellen der Auslaßventileinrichtungen Antriebseinrichtungen umfassen, mit deren Hilfe die axial angeordneten Stangen synchron mit dem Auslaßhub des jeweils zugeordneten Kolbens axial verstellbar sind.

16. Mehrkolben-Kältemittelkompressor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtungen zum mechanischen Verstellen der Auslaßventileinrichtungen elektromagnetische Einrichtungen umfassen, mit deren Hilfe auf jede der axial angeordneten Stangen der Auslaßventileinrichtungen eine magnetische Kraft ausübbar ist, durch die die Stange synchron zum Auslaßhub des jeweils zugeordneten Kolbens, entgegen einer Federkraft, durch die die Stange in die vorgegebene Position vorgespannt ist, aus dieser vorgegebenen Position weg bewegbar ist.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

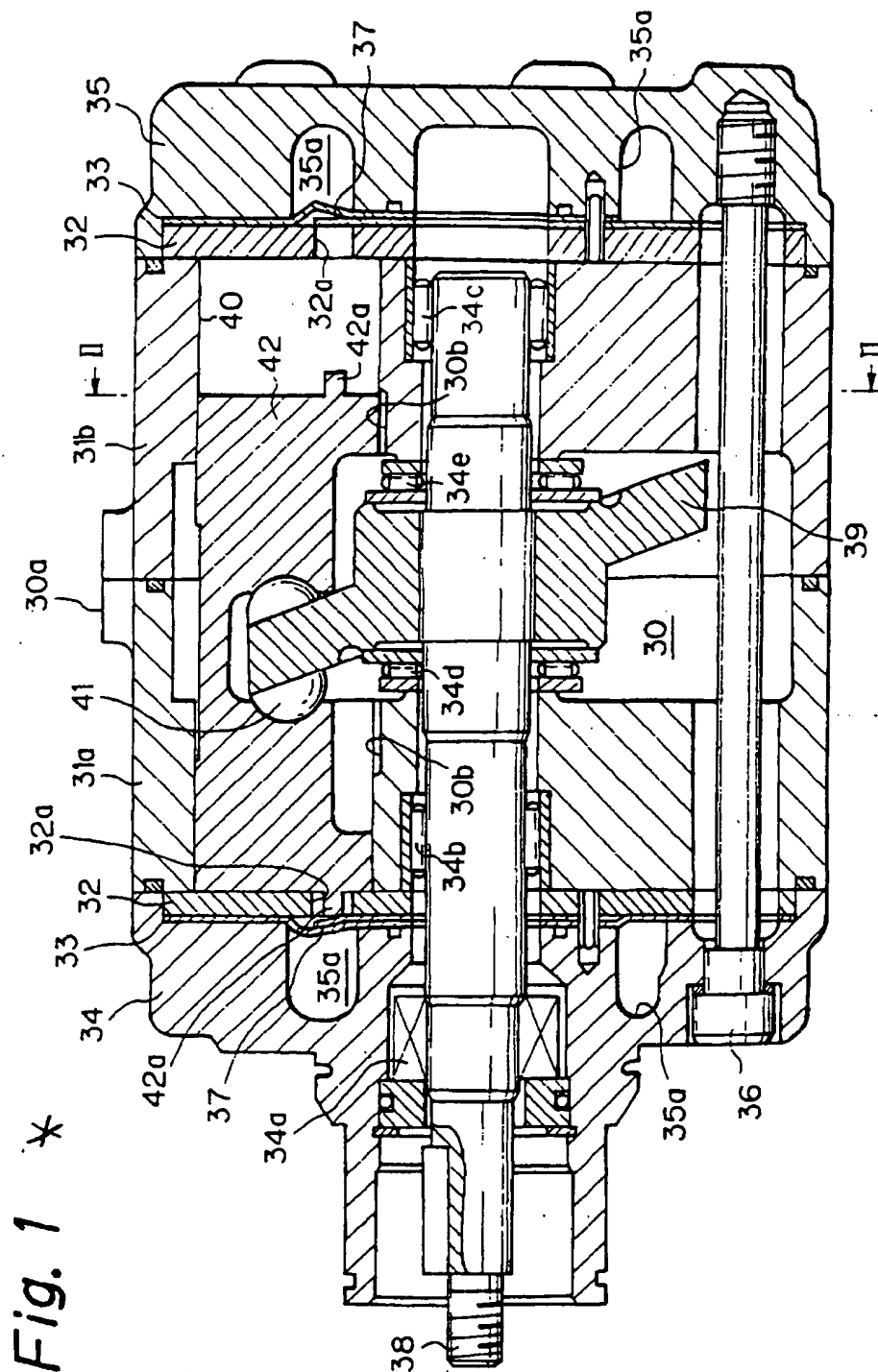
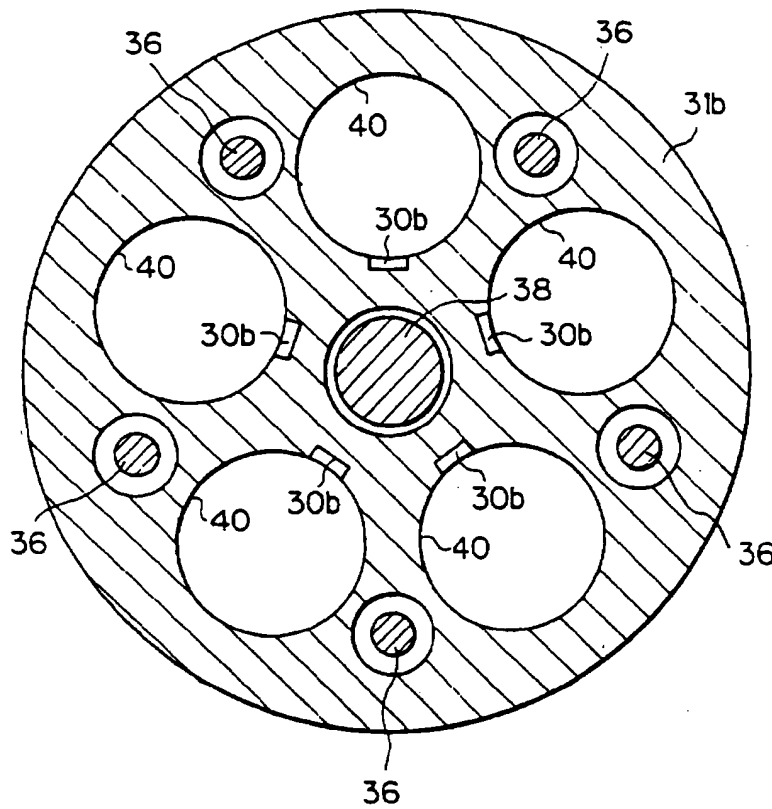


Fig. 2



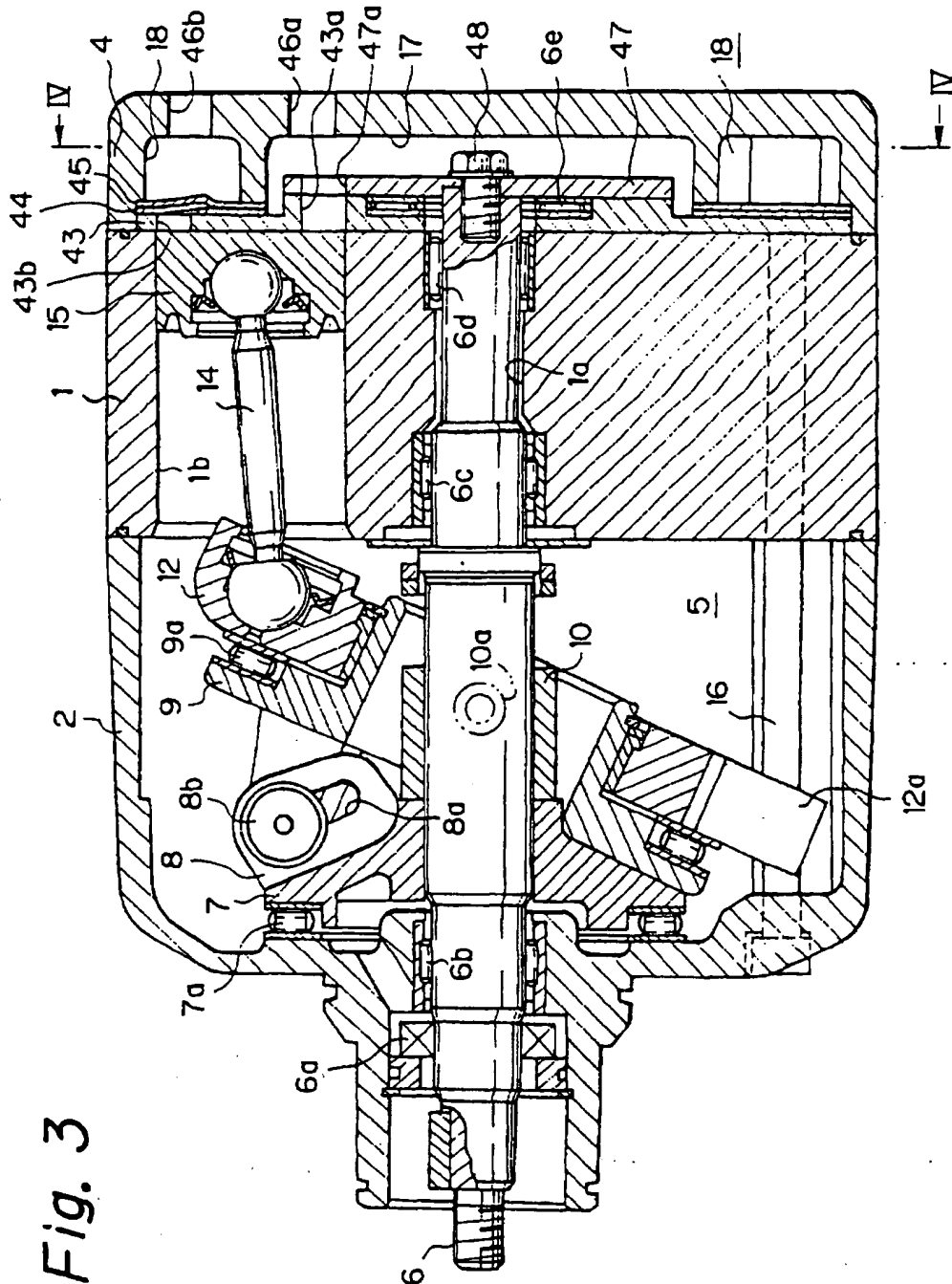
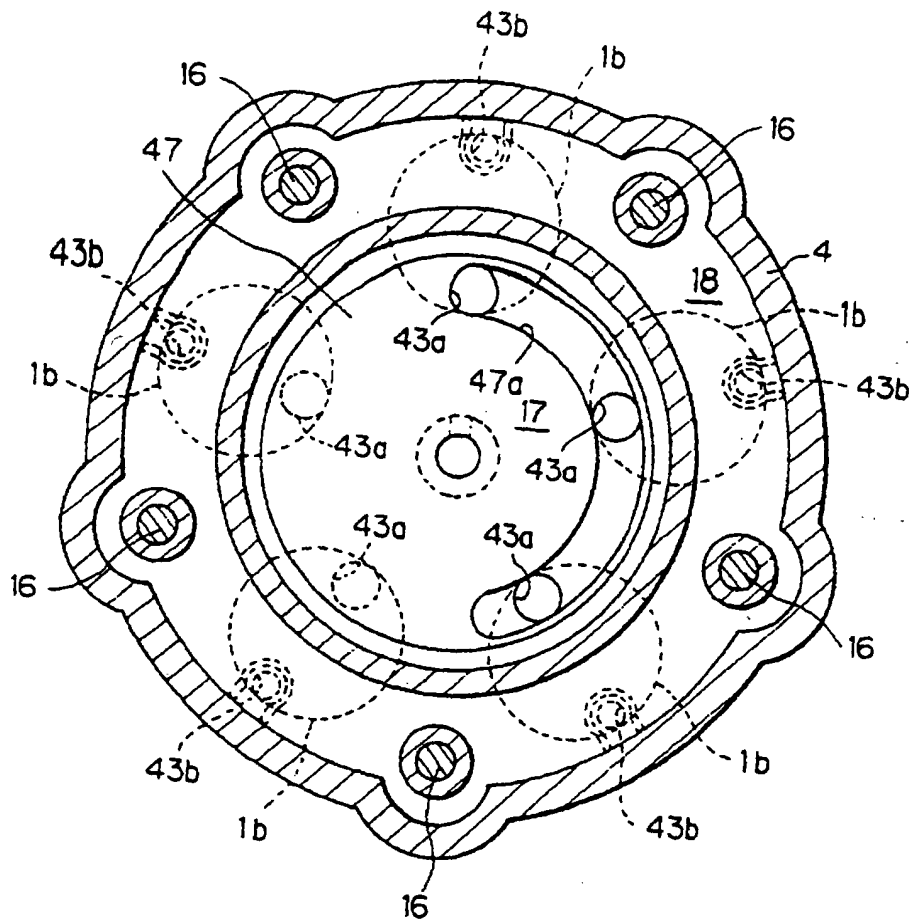


Fig. 4





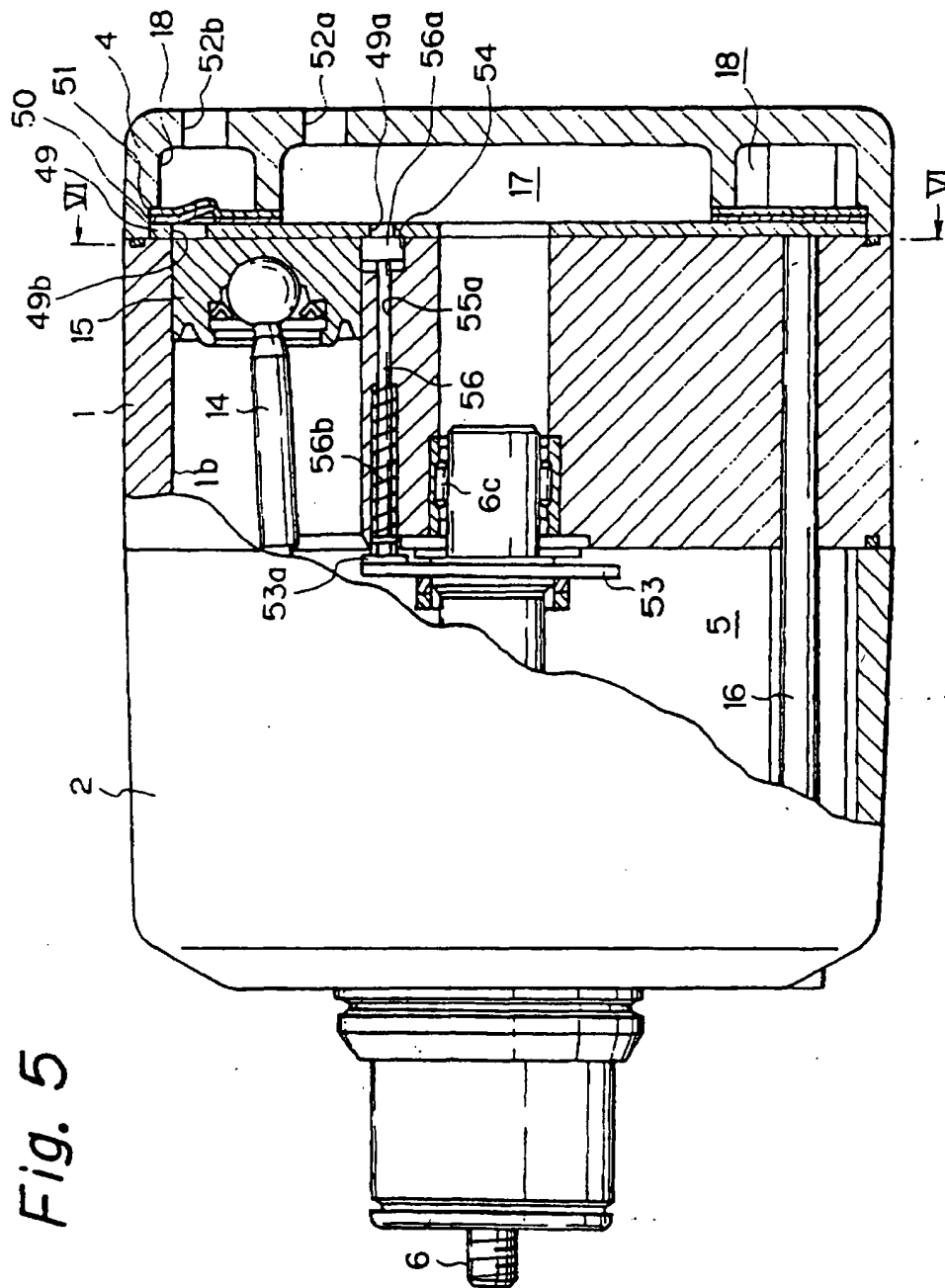


Fig. 5

Fig. 6

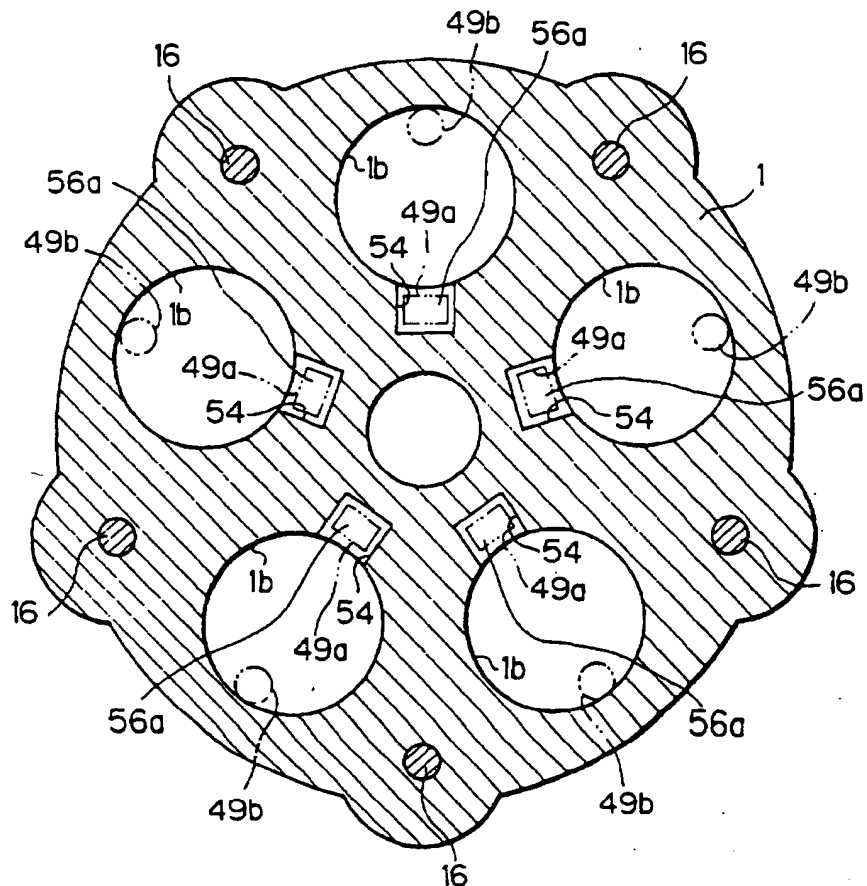


Fig. 7

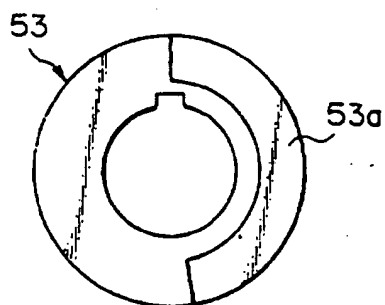


Fig. 8

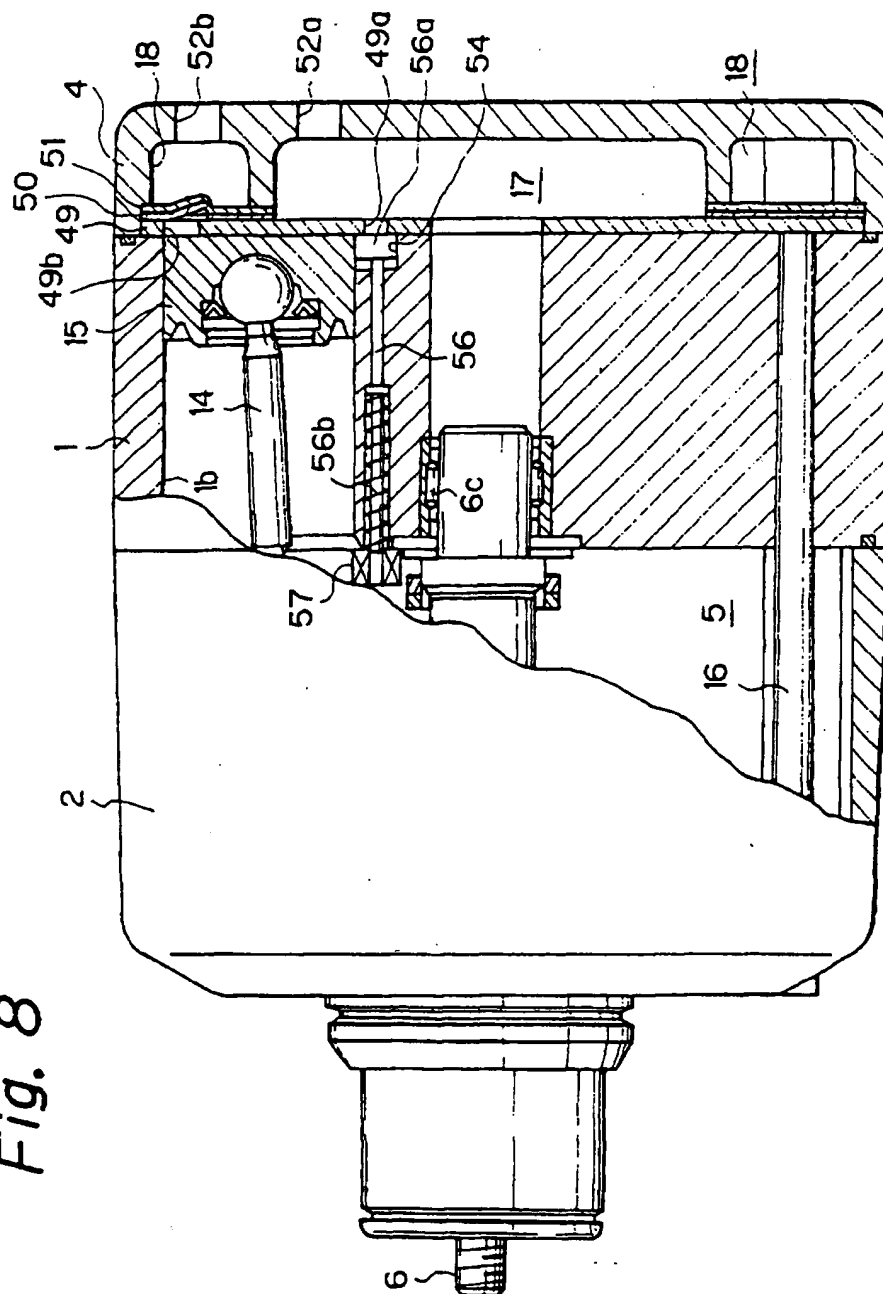
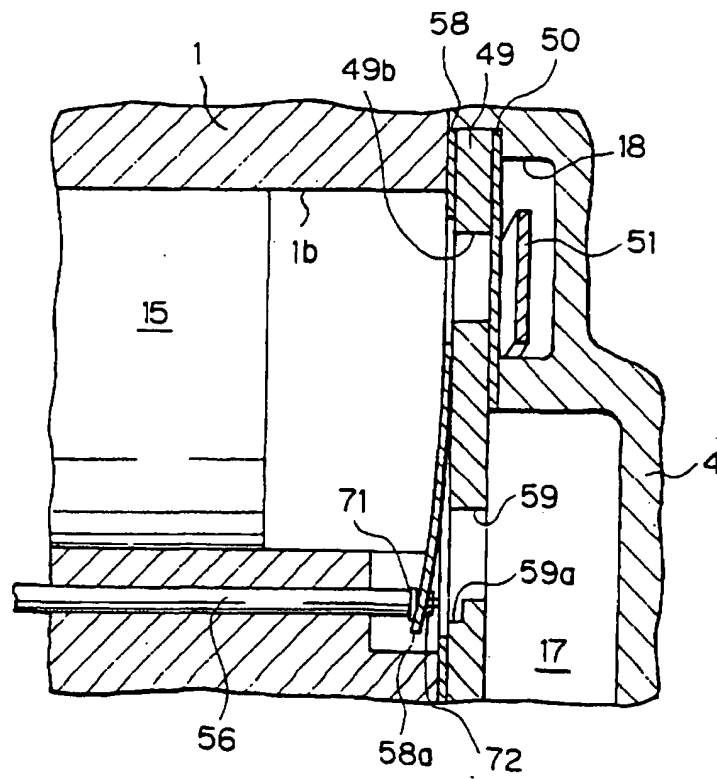


Fig. 9



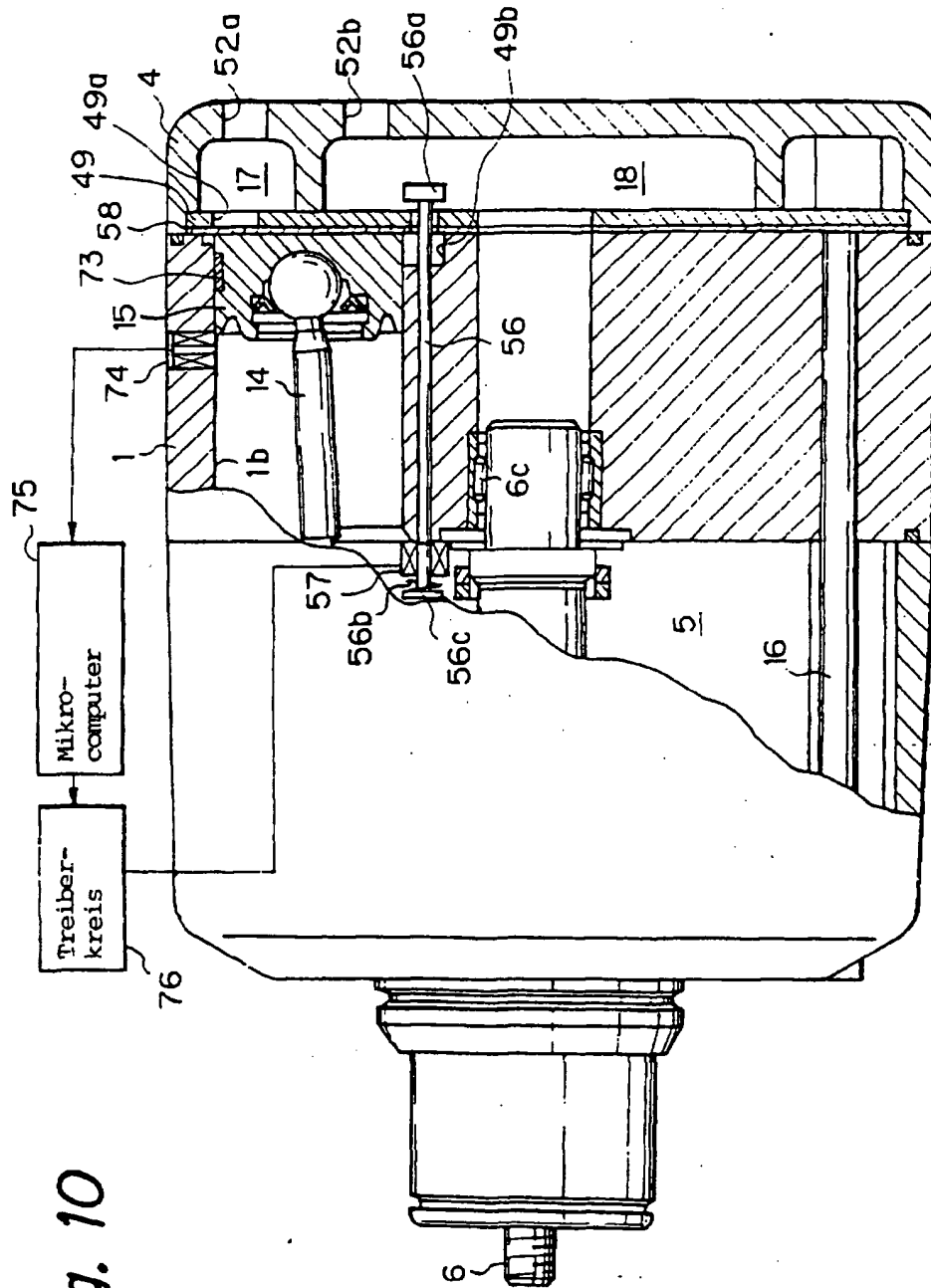
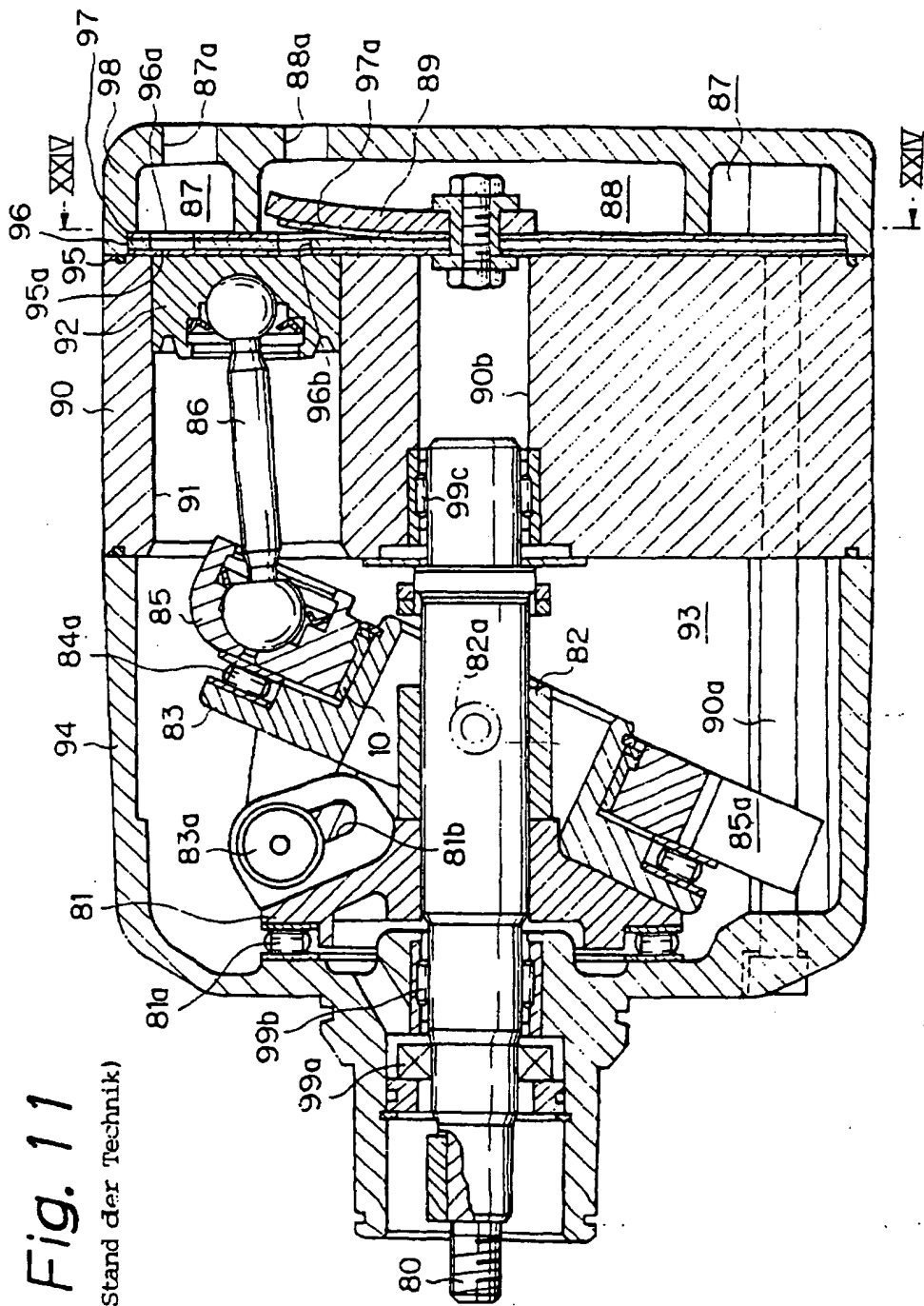
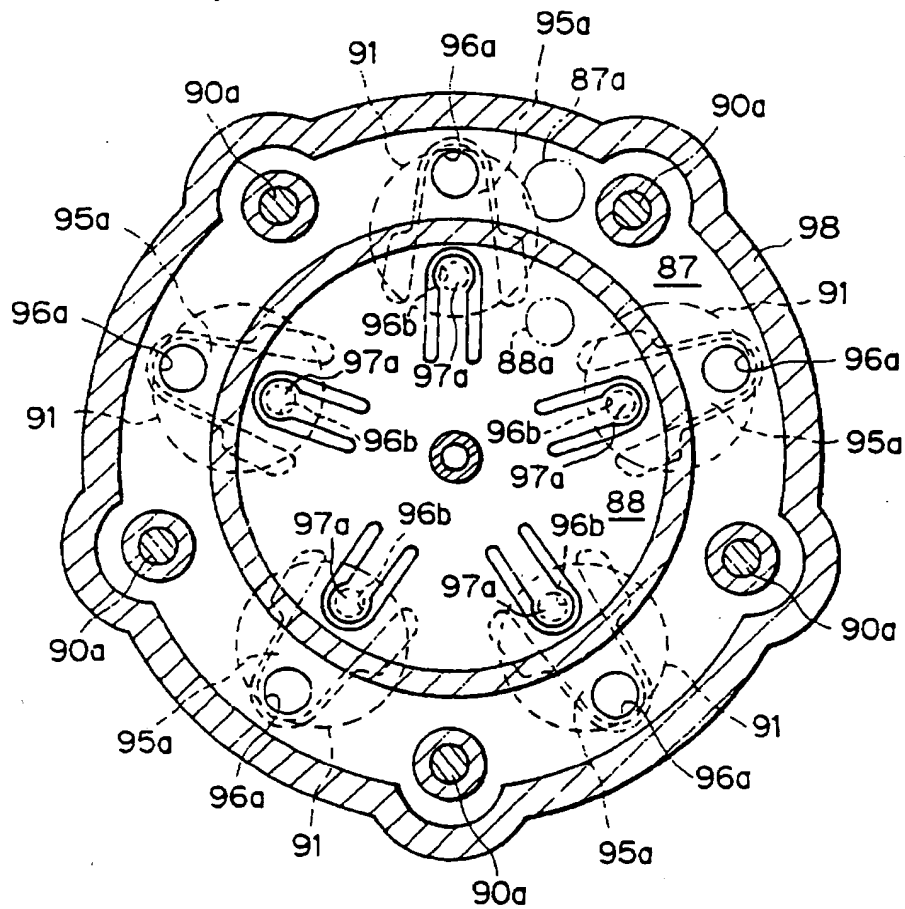


Fig. 10



*Fig. 12*

(Stand der Technik)





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**